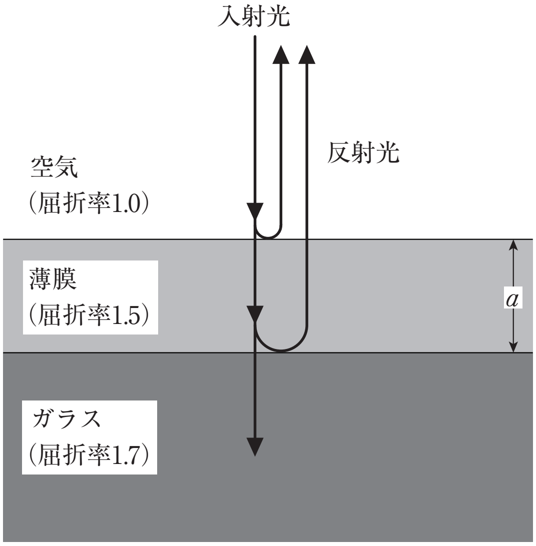
第25講　光の干渉2

1

ガラス板上の薄膜の厚さを求めるため，光と回折格子を用いた以下の一連の実験を行う。空気の屈折率を $n_0 = 1.0$, 薄膜の屈折率を $n_1 = 1.5$, ガラスの屈折率を $n_2 = 1.7$ とする。また，可視光は 4.0×10^{-7} [m] から 8.0×10^{-7} [m] の間の波長の光であるとする。以下の問に答えよ。

図に示すように，平行光線を薄膜に対して垂直に入射させ，薄膜の上面で反射した光と下面で反射した光の干渉を観察する。



(1)　空気と薄膜の境界および，薄膜とガラスの境界における反射において，位相変化はそれぞれどうなるか。

(2)　干渉によって反射光が強めあう条件と打ち消しあう条件を，入射光の空気中の波長 λ, 薄膜の厚さ $a\,(>0)$，薄膜の屈折率 n_1，整数 m を用いて表せ。

(3)　薄膜の厚さ a が 5.0×10^{-7} [m] であると仮定する。この薄膜に白色光線を入射させたとき，可視光領域の中で，反射光が強めあって明るく見える光の空気中の波長 λ を求めよ。

©RECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

☆
2

図１のように二枚の平行ガラス板を重ねてその右端に，左端から L［m］の位置に厚さ D［m］の薄い金属箔を挟み，ガラス板の間にくさび形のすき間ができるようにした。そして上から波長 λ［m］の単色光を当てる。くさび形のすき間の上面と下面での反射光が図２のように重なり合い，図３のような明暗の縞模様ができる。ある一つの明るい線の位置の，Pからの距離を x［m］とする。

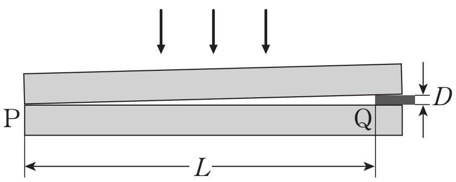


図１

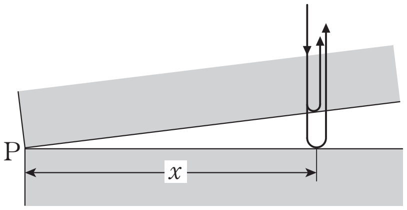


図２

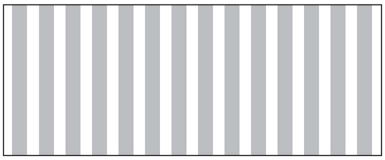


図３

(1)　くさび形のすき間の上面での反射光と下面での反射光の経路差を L，D，x を用いて表せ。

(2)　くさび形のすき間の上面での反射光と下面での反射光が強め合う条件を，λ，L，D，x，適当な整数 m を用いて表せ。

(3)　明線の間隔を λ，L，D を用いて表せ。

(4)　光の波長が 4.8×10^{-7}［m］，図１の L の距離が 20［cm］であり，明線間の距離が 4.8［mm］のとき金属箔の厚さ D はいくらか答えよ。

©RECRUIT　HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

＜ Note ＞

ⓒRECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

☆ 3

次の文を読み以下の問に答えよ。ただし，空気の屈折率を 1.0，光の波長を λ とする。

図１のように，平面ガラス板の上に，一方が平面で他方が大きな半径 R の球面の平凸レンズを，球面が下になるように置く。そして上方から光を当てると図２のような同心円状の明暗の縞模様が生じる。この模様は（　ア　）と呼ばれている。

この模様が起こるしくみは次のとおりである。入射した光は，平面ガラス板の点 a または平凸レンズの点 b で反射する。この２つの反射光に光路差（媒質中の経路差と媒質の屈折率との積）が生じる。そのため，２つの反射光は重なり合う際に強められたり，弱められたりする。この現象を光の（　イ　）という。

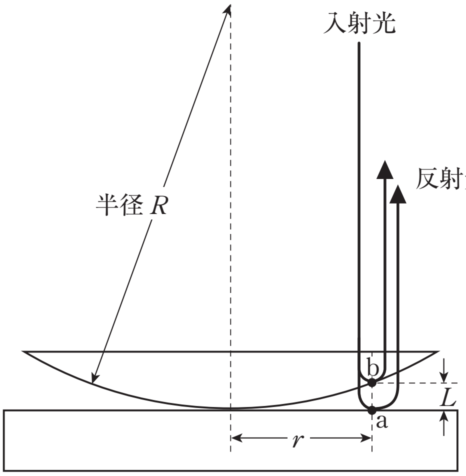


図１

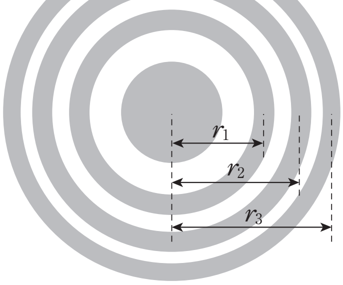


図２

(1)　上記の空欄アとイに入る適切な言葉を書け。

(2)　図１の場合は空気の屈折率が 1.0 なので光路差は $2L$ となる。$2L=\dfrac{r^2}{R}$ となることを示せ。

ただし $R \gg L$，$r \gg L$ とし，必要ならば，$|x| \ll 1$ の時の近似式 $(1+x)^n \fallingdotseq 1+nx$ を用いよ。

中心から m 番目の暗い同心円（$m=0$，1，2，…，半径 r_m）について答えよ。ただし，反射の際，空気とガラスの屈折率の関係から点 a では位相が半波長ずれるが，点 b では位相は変わらないものとする。

(3)　光路差 $(2L)$ が満たす条件を m と λ で表せ。

(4)　この同心円の半径 r_m を R，λ，m で表せ。

©RECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

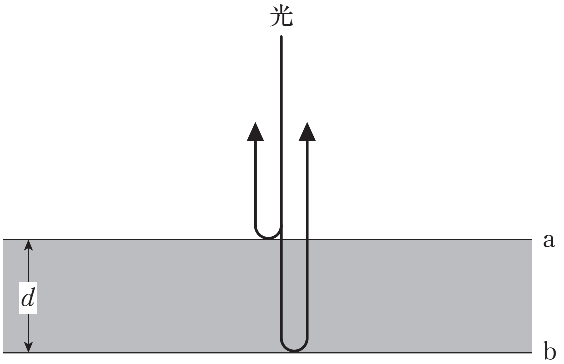
ⒸRECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 25 講　確認テスト

以下の文中の空欄に入る数式，数値として最も適当なものを以下の選択肢の中から一つずつ選び，その記号を答えよ。ただし，同じものを何度用いてもよい。

図のように厚さ d，空気に対する屈折率が n の薄膜が空気中にある。この薄膜に，膜の面に対して垂直に波長 λ の単色光をあてる。なお，$n>1$ である。

(1)　膜の面 a での反射による位相のずれは［ 1 ］である。
(2)　膜の面 b での反射による位相のずれは［ 2 ］である。
(3)　反射光が強め合う条件は，適当な整数 m を用いて［ 3 ］である。



選択肢

①　0　　②　$\dfrac{\pi}{2}$　　③　π　　④　$\dfrac{3\pi}{2}$

⑤　$2d=m\lambda$　　⑥　$2nd=m\lambda$　　⑦　$2d=\left(m+\dfrac{1}{2}\right)\lambda$　　⑧　$2nd=\left(m+\dfrac{1}{2}\right)\lambda$

ⒸRECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

< Note >

ⒸRECRUIT　HOLDINGS
本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 25 講　光の干渉２

1

(1)　ともに π [rad]

(2)　強めあう条件　$2n_1a=m\lambda$　($m=1,\ 2,\ 3,\ \cdots$)

打ち消しあう条件　$2n_1a=\left(m+\frac{1}{2}\right)\lambda$　($m=0,\ 1,\ 2,\ \cdots$)

(3)　$\lambda=5.0\times10^{-7},\ 7.5\times10^{-7}$ [m]

2

(1)　$\frac{2Dx}{L}$　　(2)　$\frac{2Dx}{L}=\left(m+\frac{1}{2}\right)\lambda$　($m=0,\ 1,\ 2,\ \cdots$)

(3)　$\frac{\lambda L}{2D}$　　(4)　1.0×10^{-5} [m]

3

(1)　ア　ニュートンリング（または干渉縞）　　イ　干渉

(2)　（省略）

(3)　$2L=m\lambda$　　(4)　$\sqrt{m\lambda R}$

©RECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。

第 25 講　確認テスト

【解答】

| 1 | ：③

| 2 | ：①

| 3 | ：⑧

ⒸRECRUIT HOLDINGS

本サービスに関する知的財産権その他一切の権利は著作権者に帰属します。
また本サービスに掲載の全部または一部につき無断複製・転載を禁止します。